

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**CONSUMO HÍDRICO DA VIDEIRA DE VINHO NA FASE VEGETATIVA
INICIAL DETERMINADO POR LISÍMETRO DE PESAGEM**

**ELIEL FERREIRA DO
NASCIMENTO**

**PETROLINA, PE
2016**

ELIEL FERREIRA DO NASCIMENTO

**CONSUMO HÍDRICO DA VIDEIRA DE VINHO NA FASE VEGETATIVA
INICIAL DETERMINADO POR LISÍMETRO DE PESAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a
obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2016**

N244

Nascimento, Eliel Ferreira do.

Consumo hídrico da videira de vinho na fase vegetativa inicial determinado por lisímetro de pesagem / Eliel Ferreira do Nascimento. - 2016.

23 f.: il. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2016.

Bibliografia: f. 22-23.

1. Irrigação. 2. Gotejamento. 3. Lisimetria.
3. Videira de vinho. I. Título.

CDD 631.587

ELIEL FERREIRA DO NASCIMENTO

CONSUMO HÍDRICO DA VIDEIRA DE VINHO NA FASE VEGETATIVA
INICIAL DETERMINADO POR LISÍMETRO DE PESAGEM

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao IF
SERTÃO-PE *Campus* Petrolina Zona Rural, exigido
para a obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

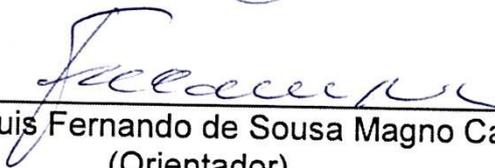
Aprovada em: 28 de setembro de 2016.



Professor Mario de Miranda Vilas Boas Leitão



Professor Sérgio Oliveira Pinto de Queiroz



Professor Dr. Luis Fernando de Sousa Magno Campeche
(Orientador)

RESUMO

O consumo de água por espécies frutíferas no Semiárido brasileiro, mesmo no período inicial de formação vegetativa da planta, pode apresentar considerável magnitude. Assim, o objetivo deste trabalho foi a determinação da evapotranspiração (ET_c) e o coeficiente de cultivo (k_c) da videira de vinho cv. Syrah irrigadas por gotejamento em Petrolina - PE, do plantio até a primeira poda de produção (dezembro de 2009 a novembro de 2010) pelo método da lisimetria de pesagem. Foram utilizados três lisímetros, com dimensões 1,2 m de largura x 2,0 m de comprimento e 1,0 m de altura, sendo que cada lisímetro continha duas plantas no espaçamento de 1 x 3 m para a estimativa da ET_c. A evapotranspiração de referência foi estimada pelos métodos de Penman-Monteith FAO e do tanque classe A. A ET_c média durante o período experimental foi de 3,67, 4,01 e 3,91 mm.dia⁻¹, e os valores médios obtidos de k_c foram 0,81, 0,86 e 0,86 (ET_o estimada por Penman-Monteith FAO), e 0,71, 0,73 e 0,74 (ET_o estimada pelo tanque), para os lisímetros 1, 2 e 3, respectivamente. Os métodos de estimativas da ET_o causaram diferenças nos valores de k_c durante a avaliação, no entanto, existe uma correlação entre os dois métodos utilizados para a realização do trabalho, de forma que os valores de k_c apresentados podem ser considerados semelhantes e ambos os métodos podem ser utilizados satisfatoriamente na estimativa da evapotranspiração de referência para o cálculo de coeficiente de cultivo. Os lisímetros apresentaram desempenho satisfatório, detectando as variações de massa na escala diária para determinação da demanda hídrica da cultura.

Palavras-chave: *Vitis vinifera* L., coeficiente de cultura, lisímetro de pesagem, semiárido

Aos meus pais, Irineu e Célia, que com muito amor, esforço e sacrifícios dedicaram as suas vidas à minha formação moral e profissional.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de esperança e luz na minha vida;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano por oferecer a oportunidade de realização do curso;

A Embrapa Semiárido, pela infra-estrutura e apoio durante a realização desse trabalho, por meio do Projeto nº 03.08.01.024.00.00 do Macroprograma 3 da Embrapa;

Ao professor Dr. Luis Fernando de Sousa Magno Campeche, pela confiança, dedicação, estímulo e orientação do Trabalho de Conclusão de Curso;

Ao pesquisador Dr. Luis Henrique Bassoi pela supervisão, paciência, confiança e principalmente pelas palavras de estímulo;

A todos os professores que fizeram parte da minha formação profissional, pelo apoio e ensinamentos;

Aos colegas Juliano Athayde Silva e Araci Medrado, pela contribuição, boa vontade e apoio constante no desenvolver de todo o trabalho;

Em especial a minha família, meus pais, irmãos, avós e sobrinhos;

Ao grande amor da minha vida: Jania Darc. Pelo incentivo, apoio, carinho e amor dedicados.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho;

A todos que torceram por mim e me influenciaram positivamente ao longo dessa caminhada. Sei que mesmos não sendo citados aqui, estão felizes por mais esta etapa concretizada.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1. Área experimental cultivada com videira cv. Syrah, em Petrolina - PE.....	11
Figura 2. Detalhes da construção e instalação dos lisímetros de pesagem para a determinação do consumo hídrico da videira de vinho, em Petrolina - PE.....	12
Figura 3. Evapotranspiração de referência estimada pelos métodos de Penman-Monteith FAO e do tanque classe A (a) e radiação solar global (b) durante o período avaliado (dezembro de 2009 a novembro de 2010), em Petrolina - PE.....	15
Figura 4. Correlação dos valores descendiais de evapotranspiração de referência estimados pelos métodos de Penman-Monteith FAO (PM FAO) e do tanque classe A (TCA) durante o período experimental, em Petrolina-PE.....	16
Figura 5. Evapotranspiração de referência e da cultura da videira cv. Syrah no período avaliado (dezembro de 2009 a novembro de 2010).....	17

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4. CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

A vitivinicultura na região do Submédio do Vale do São Francisco está se desenvolvendo intensamente nos últimos anos e cresce a necessidade de conhecimento de critérios para o dimensionamento e o manejo de sistemas de irrigação. O conhecimento da necessidade hídrica da cultura da videira de vinho é escasso, principalmente nas fases iniciais do seu desenvolvimento, tornando evidente a necessidade de estudos sobre o consumo hídrico nessa região.

O consumo de água por espécies frutíferas no Semiárido brasileiro, mesmo no período inicial de formação vegetativa da planta, pode apresentar considerável magnitude. Para isso, existem diversos métodos para a determinação do consumo de água de uma cultura, como a medida direta obtida pelo método do lisímetro, a obtida em modelos que se baseiam em variáveis climáticas observadas em estações agrometeorológicas e ainda aqueles baseados na determinação do teor ou potencial de água no solo.

Para evitar incertezas de medições envolvidas em alguns métodos de estimativa do consumo hídrico das culturas vários autores têm recorrido ao uso da lisimetria. O lisímetro é o método direto mais comum utilizado, e por meio do balanço de massa ou volume de água, determina a evapotranspiração da cultura. O emprego de lisímetros de pesagem estabelece relações diretas entre a perda de água pela cultura e as variáveis climáticas envolvidas no processo (Campeche, 2002), considerados por Faria et al. (2006) equipamentos padrão para aferição dos demais métodos de determinação da evapotranspiração.

Valores de coeficiente de cultura (k_c) para videira de vinho no Submédio do Vale do São Francisco foram relatados por alguns autores, tanto em escala regional (Teixeira et al., 2003) quanto em escala de parcela (Basso et al., 2007), mas ainda não foi realizada tal determinação com lisimetria de pesagem,

considerada por diversos autores, a ferramenta padrão devido à sua praticidade e precisão (Howell et al., 1991; Campeche, 2002; Faria et al., 2006).

A obtenção de uma determinação adequada de evapotranspiração da cultura é fundamental para o desenvolvimento agrícola, pois consiste em variável indispensável ao dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação, já que contabiliza a quantidade de água utilizada pelas plantas. Desta maneira, nesse trabalho é apresentada a determinação da evapotranspiração da videira de vinho cv. Syrah (*Vitis vinífera* L.), utilizando lisímetros de pesagem, bem como, o cálculo do kc de plantas cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco, do plantio até a primeira poda de produção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de 14 de dezembro de 2009 a 10 de novembro de 2010 no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, no município de Petrolina, Pernambuco, Brasil (latitude: 9° 9'S, longitude: 40° 22'W e altitude 365,6m). O clima da região é do tipo BSw^h, segundo a classificação de Köppen (Reddy & Amorim Neto, 1993), correspondendo a uma região climaticamente semiárida, sendo a estação chuvosa compreendida de novembro a abril, com precipitação média anual em torno de 530 mm, irregularmente distribuída. Durante o período de avaliação, a umidade relativa média mínima foi de 38,67% e a máxima de 86,17%; a temperatura do ar média mínima foi de 19,14°C e a máxima de 31,09°C, apresentando os maiores picos entre outubro e dezembro, enquanto julho foi o mês mais frio. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico Latossólico (Embrapa, 2006), textura média e com relevo plano.

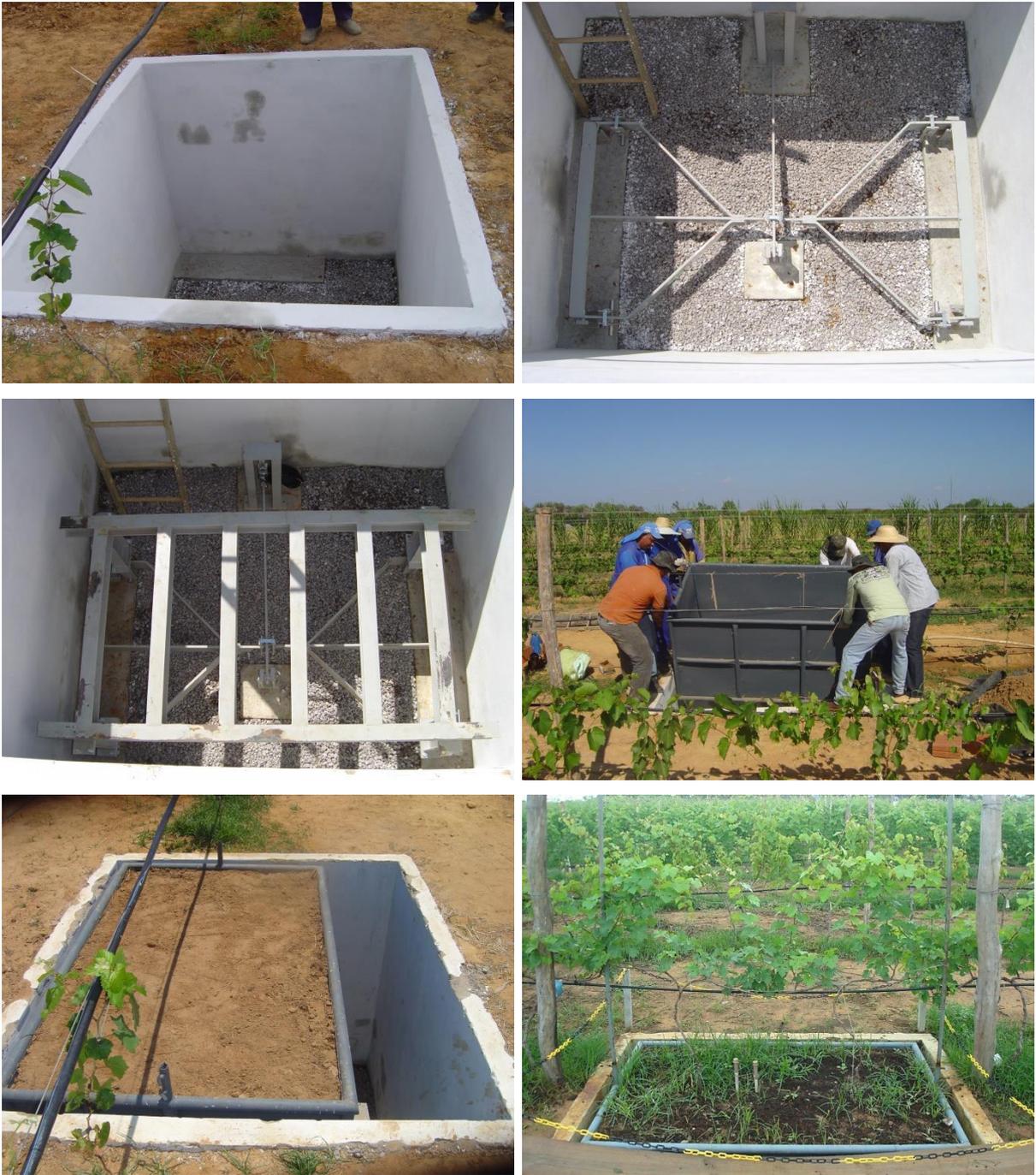
As medidas em campo foram realizadas numa área experimental de 5.000 m² cultivados com videira de vinho cv. Syrah (*Vitis vinifera* L.) enxertadas sobre porta-enxerto Paulsen 1103, conduzida no sistema de espaldeira, com espaçamento de 1 x 3 m (Figura 1). O sistema de irrigação utilizado no parreiral foi do tipo gotejamento, com emissores espaçados em 0,5 m e com vazão de 2,5 L h⁻¹. Porém, nos lisímetros, a irrigação foi realizada manualmente com um regador para que o tempo de aplicação de água não fosse tão longo como o da irrigação na área, evitando assim a perda excessiva de água para a atmosfera no momento da irrigação. Esse procedimento visa garantir uma melhor qualidade nos dados coletados, já que não existe a possibilidade de quantificação do volume de água que foi aplicado e evapotranspirado concomitantemente.

Figura 1. Área experimental cultivada com videira cv. Syrah, em Petrolina - PE.



Para determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c , mm) foram utilizados três lisímetros de pesagem com dimensões 1,2 m x 2,0 m de base e 1,0 m de altura, com duas videiras plantadas em cada lisímetro, instalados na parte central da área. Os lisímetros foram construídos com chapas de aço galvanizado e instalados sobre uma estrutura metálica montada sobre barras transversais, a fim de concentrar a massa do conjunto sobre uma célula de carga localizada no centro do sistema. Após instalado em um fosso escavado e revestido de alvenaria, o lisímetro foi preenchido com solo mantendo a disposição original das camadas (Figura 2). Todos os equipamentos estavam providos de uma célula de carga com capacidade de 100 Kg. Para armazenamento dos dados foi utilizado um datalogger programado para fazer leituras a cada segundo e média de 30 minutos. Detalhes da construção e calibração dos lisímetros são apresentados por Nascimento et al. (2011).

Figura 2. Detalhes da construção e instalação dos lisímetros de pesagem para a determinação do consumo hídrico da videira de vinho, em Petrolina - PE.



A determinação da evapotranspiração nos lisímetros de pesagem foi realizada a partir da diferença entre o peso registrado no início do dia (zero hora) e o peso no final do dia (24 h). Todas as leituras dos lisímetros foram analisadas diariamente para que valores inconsistentes fossem detectados e descartados do cálculo da evapotranspiração, principalmente em dias com precipitação intermitente

em período de luz. A massa era obtida da transformação do sinal elétrico, utilizando a equação de calibração para cada lisímetro. As equações de calibração dos lisímetros 1, 2 e 3, de acordo a variação de massa (em equivalente de mm de água) em função da variação da voltagem (mV) medida na célula de carga para os ciclos de carga e descarga foram $y=1139,6x-1711,4$ ($r^2=0,99$), $y=1152,8x-1839,2$ ($r^2=0,99$) e $y=1156,1x-1852$ ($r^2=0,99$), respectivamente.

A evapotranspiração de referência foi estimada aplicando-se o método Penman-Monteith FAO – PM FAO (Allen et al., 1998) (1) e por meio da evaporação do tanque classe A – TCA, utilizando-se um fator de ajuste do tanque (kp) de acordo com a recomendação de Doorenbos & Pruitt (1997) (2). Os dados foram obtidos da estação agrometeorológica do campo experimental, a cerca de 60 m da área do experimento.

$$ET_o = \frac{s}{s + \gamma^*} \cdot (R_n - G) \cdot \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{(s + \gamma^*)} \cdot \frac{900}{(T + 275)} \cdot U_2 (e_s - e_a) \quad (1)$$

Onde: R_n : radiação solar líquida (mm/dia) = $Q_s - Q_L$, Q_s (balanço de ondas curtas) = $R_s \cdot (1 - \alpha)$, R_s : radiação solar (mm/dia) e α : albedo, $R_s = [0,25 + 0,50 \cdot (n/N)] \cdot R_a$, $Q_L = \sigma \cdot T_k \text{ med}^4 \cdot [0,34 - 0,044 \cdot e_a^{1/2} \cdot (0,1 + 0,9 \cdot n/N)]$, $\sigma = 1,98 \cdot 10^{-9}$ mm/dia.k (Stefan-Boltzmann), $T_k = T^\circ\text{C} + 273$, E_a : poder evaporante do ar, $E_a = 0,27 \cdot (1 + V_2/100) \cdot (e_s - e_a)$, V_2 : Velocidade do vento a 2m (km/dia), e_a : tensão atual de vapor (mbar), $e_a = e_s \cdot UR/100$, e_s : tensão de saturação de vapor (mbar), $e_s = 6,11 \cdot 10^{7,5 \cdot T_{\text{med}}/(237,5)}$.

$$ET_o = ECA \cdot k_p \quad (2)$$

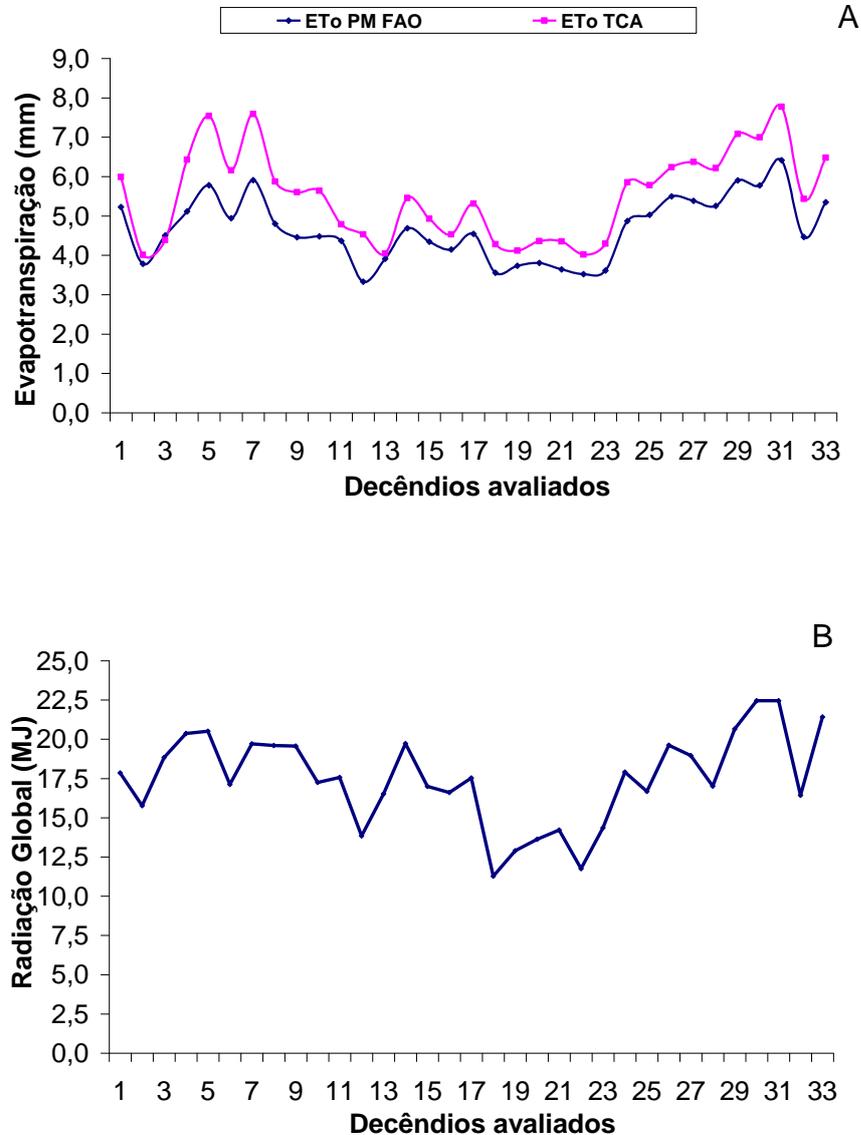
Onde: ECA: evaporação do Tanque Classe A e k_p : coeficiente do Tanque Classe A.

O coeficiente de cultivo (k_c) foi determinado para o período inicial de formação vegetativa da planta, que compreende do plantio a primeira poda de produção, pela razão entre ET_c (determinada pelos lisímetros de pesagem) e ET_o (determinada pelos métodos de PM FAO e TCA).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variações da ETo estimados pelos métodos PM FAO e TCA ao longo do período compreendido entre o plantio e a poda de produção, estão apresentados na Figura 1. As médias diárias de ETo variaram de um valor de 1,74 a 7,28 mm dia⁻¹ e de 1,11 a 9,74 mm dia⁻¹ durante o período de formação vegetativa da cultura, estimados pelos métodos PM FAO e TCA, respectivamente. Os valores de ETo estimados pelo TCA foram superiores aos valores de ETo estimado por PM FAO durante o período avaliado (Figura 3). Conforme Allen et al. (1998), essa diferença nos valores de ETo nos dois métodos de estimativa é possível por que existem diferenças entre a evaporação que ocorre no tanque e aquela estimada por variáveis agrometeorológicas. O caminho percorrido pelo vapor apresenta-se diferente com relação às resistências de perdas de vapor d'água, além do aspecto da transmissão de calor para o corpo do tanque. Nessa mesma localidade, a estimativa de valores de ETo pelo TCA, superiores aos valores estimados pelo PM FAO, também foi observado por Bassoi et al. (2004).

Figura 3. Evapotranspiração de referência estimada pelos métodos de Penman-Monteith FAO e do tanque classe A (a) e radiação solar global (b) durante o período avaliado (dezembro de 2009 a novembro de 2010), em Petrolina - PE.

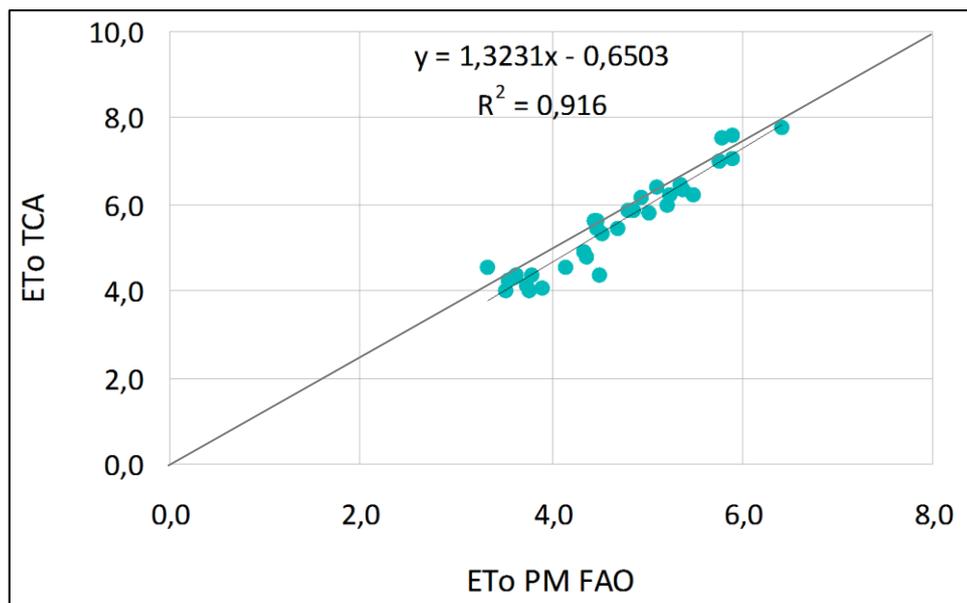


O período de maior demanda evapotranspirativa correspondeu ao início (dezembro de 2009 a janeiro de 2010, decêndios de 1 a 6) e final do experimento (outubro a novembro de 2010, decêndios de 27 a 33). Na região do presente estudo esse comportamento climático é esperado, já que nesses períodos do ano ocorrem os maiores valores de temperatura e de radiação solar global (Teixeira, 2001), conforme ilustrado na Figura 1b.

Na Figura 4, apresenta-se as relações dos valores médios descendiais da ET_o, em mm dia⁻¹, correspondente ao período de observação experimental,

estimados pelo método de Penman-Monteith (PM FAO) e pelo método do Tanque Classe A (TCA). De acordo Vescove e Turco (2005), essas comparações fornecem a base para avaliar o método TCA em relação ao PM FAO. Se o método TCA for semelhante ao método PM FAO, a linha de regressão deveria sobrepor-se à reta $y = x$, e os pares de pontos deveriam estar próximos à linha de regressão. Se a linha de regressão estiver afastada da reta $y = x$, e os pares de pontos estiverem próximos à linha de regressão, isso significa que o método TCA apresenta uma diferença aceitável em relação ao método PM FAO, ou seja, a equação de regressão pode ser utilizada com precisão para fazer a correção do método estudado em relação ao método de Penman-Monteith.

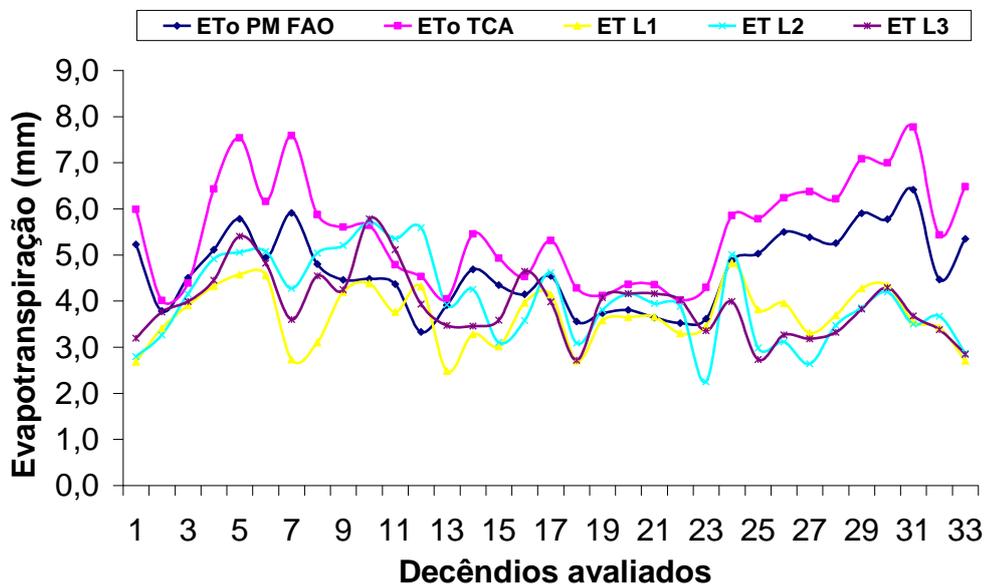
Figura 4. Correlação dos valores descendiais de evapotranspiração de referência estimados pelos métodos de Penman-Monteith FAO (PM FAO) e do tanque classe A (TCA) durante o período experimental, em Petrolina - PE.



Conforme apresentado na Figura 4, existe uma correlação entre os dois métodos de estimativas da evapotranspiração de referência utilizados para a realização do trabalho, de forma que os dois métodos apresentam resultados que podem ser considerados semelhantes e ambos podem ser utilizados satisfatoriamente na estimativa da evapotranspiração de referência para o cálculo de lâminas de irrigação.

As médias da ET_c durante o período experimental foi de 3,67, 4,01 e 3,91 $\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$, para os lisímetros 1, 2 e 3, respectivamente (Figura 5). Nos primeiros decêndios de avaliação, foi atribuído que a maior parte da evapotranspiração medida pelos lisímetros corresponde à evaporação da água na superfície do solo. Isso ocorreu devido à pequena exposição foliar da planta para responder a demanda evapotranspirativa do período com maior percentual de transpiração. À medida que as plantas foram se desenvolvendo a ET_c foi aumentando até o momento em que houve a poda de formação (13º decêndio), ocorrendo depois disso decréscimos nos valores de ET_c devido a poda das extremidades dos ramos que ultrapassavam o cordão de condução da planta (Figura 5). Os valores de ET_c para o período de formação vegetativa da videira segue a mesma tendência da demanda evapotranspirométrica, porém inferior em aproximadamente 70% dos valores de ET_o durante o período observado.

Figura 5. Evapotranspiração de referência e da cultura da videira cv. Syrah no período avaliado (dezembro de 2009 a novembro de 2010).



A evapotranspiração acumulada ao longo do período de formação vegetativa da cultura foi da ordem de 1210, 1323 e 1285 mm, correspondendo a uma evapotranspiração média diária de 3,67, 4,01 e 3,91 mm para os lisímetros 1, 2 e 3, respectivamente. Os valores médios gerais para os três lisímetros durante o

período avaliado foi igual a 1274 ± 58 mm, e o valor médio diário geral igual a $3,86 \pm 0,18$ mm.

O conhecimento do comportamento da demanda hídrica da planta numa dada fase fenológica em função das condições atmosférica de uma região é imprescindível para se manter uma relação adequada entre a umidade do solo e a necessidade hídrica da cultura. De acordo López-Urrea et al. (2012), o manejo de irrigação com base no conhecimento das necessidades hídricas das culturas, é importante nas regiões semiáridas para melhorar a qualidade dos frutos e estabilidade de produção como pré-requisitos para a obtenção de vinhos de alta qualidade.

Os valores médios de kc obtidos pela ETo PM FAO foram de 0,81, 0,86 e 0,86 e pela ETo TCA foram de 0,68, 0,75 e 0,73, para os lisímetros 1, 2 e 3, respectivamente. Os valores de kc médio para os três lisímetros de pesagem foram $0,84 \pm 0,032$ mm e $0,72 \pm 0,035$ mm, calculados a partir dos valores de ETo PM FAO e ETo TCA, respectivamente. Os valores de kc determinados neste trabalho estão próximos do valor médio de 0,7 recomendado por Bassoi et al. (2007) para a mesma fase inicial da cultura da videira cv. Syrah sobre o porta-enxerto 1103 Paulsen, por meio da metodologia do balanço hídrico no solo, na mesma área do experimento em questão, desenvolvido em período anterior (setembro de 2002 a março de 2004).

Os métodos de estimativa da ETo alteraram os valores de kc para o período avaliado, sendo que os calculados utilizando-se a ETo TCA subestimou em média 16,5% a média de kc em relação aos calculados pelo método de PM FAO. De acordo Teixeira et al. (1999), a variabilidade observada entre os valores de kc obtidos pelos dois métodos propostos não invalida a aplicação desses coeficientes, desde que se utilize o valor específico para cada método de estimativa de ETo; assim, a escolha dos valores de kc obtidos por um ou outro método restringe-se à disponibilidade de parâmetros agrometeorológicos locais.

Neste trabalho, para a fase inicial da videira de vinho cv. Syrah na região do Submédio do Vale do São Francisco os valores de kc variaram de 0,46 a 1,30 e de 0,36 a 1,24 quando foram calculados com a ETo PM FAO e ETo TCA, respectivamente, período que corresponde do plantio a poda de produção, e foram, em geral, superiores aos apresentados por Doorenbos & Kassam (1979) para fase inicial da cultura da videira. A determinação de kc na fase de formação vegetativa da videira é importante para o pleno desenvolvimento da planta, o que influenciará nos

períodos de produção de uva. Entretanto, nessa fase inicial é dispensada pouca atenção em trabalhos de pesquisa, haja vista não haver recomendação de irrigação para a fase compreendida do plantio a poda de produção.

4 CONCLUSÃO

Os métodos de estimativa da ETo alteraram os valores de kc durante o período avaliado; porém, a variabilidade observada entre os dois métodos propostos não invalida a aplicação desses coeficientes, sendo que, a escolha dos valores de kc obtidos por um ou outro método restringe-se à disponibilidade de parâmetros agrometeorológicos locais.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMUTH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**, Rome: FAO, 1998, 301p. Irrigation and Drainage Paper 56.

BASSOI, L. H. ; DANTAS, B. F.; LIMA FILHO, J. M. P.; LIMA, M. A. C.; LEÃO, P. C. S.; SILVA, D. J.; MAIA, J. L. T.; SOUZA, C.R.; SILVA, J. A. M.; RAMOS, M. M. Preliminary results of a long term experiment about RDI and PRD irrigation strategies in wine grape in São Francisco Valley, Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 754, p. 275-282, 2007.

CAMPECHE, L. F. S. M. **Construção, calibração e análise de funcionamento de lisímetros de pesagem para determinação da evapotranspiração da cultura da lima ácida 'Tahiti'** (Citrus latifolia Tan.). 2002. 67f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

DOORENBOS, J; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. 193 p. (FAO. Irrigation and Drainage. Paper; 33).

DOORENBOS, J. & PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1997. 179p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24).

EMBRAPA/ Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 2a ed. 306p.

FARIA, R. T.; CAMPECHE, F. S. M.; CHIBANA, E. Y. Construção e calibração de lisímetros de alta precisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.237-242, 2006.

HOWELL, T. A.; SCHNEIDER, A. D.; JENSEN, M. E. History of lysimeter design and use for evapotranspiration measurements. In: ALLEN, R. G. et al. (Ed). Lysimeter for evapotranspiration and environmental measurements. New York: American Society of Civil Engineers, 1991. P. 1-9.

NASCIMENTO, E. F.; CAMPECHE, L. F. S. M.; BASSOI, L. H.; SILVA, J. A.; LIMA, A. C. M.; PEREIRA, F. A. C. Construção e calibração de lisímetros de pesagem para determinação da evapotranspiração e coeficiente de cultivo em videira de vinho cv. Syrah. **Revista Irriga**, Botucatu, v.16, n.3, p. 271-287, 2011.

REEDY, S. J. e AMORIM NETO, M. S. **Dados de precipitação, evapotranspiração potencial, radiação solar global de alguns locais e classificação climática do Nordeste do Brasil**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1993. 280p.

TEIXEIRA, A. H. de C.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B da; SOARES, J. M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 413-416, 1999.

TEIXEIRA, A. H. C. Exigências climáticas da cultura da videira. In: LEÃO, P. C. de S.; SOARES, J. M. (Eds.) **A viticultura no Semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. p. 33-44.

TEIXEIRA, A. H. C.; BASSOI, L. H.; SILVA, T. G. F. Estimativa da evapotranspiração da videira para vinho utilizando o balanço de energia e a metodologia proposta pela FAO. In: Congresso Nacional de Irrigação, 13, 2003, Juazeiro. Juazeiro: ABID.

VESCOVE, H. V.; TURCO, J. E. P. Comparação de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região de Araraquara-SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.713-721, 2005.